



# INVESTIGACIÓN ESTADÍSTICA SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL

**Miguel Hernández Portillo,**  
*I.E.S. Victoria Kent, Marbella (Málaga)*

## RESUMEN.

Las materias de carácter científico contribuyen al desarrollo de la competencia matemática. La realización de una experiencia de investigación en el aula que investiga el efecto del consumo de una conocida bebida energética sobre la presión arterial se ha basado en el estudio estadístico de los datos experimentales obtenidos. En esta experiencia se utiliza la Estadística Descriptiva para organizar y analizar los datos, y los procedimientos de la Estadística Inferencial para aceptar o rechazar la hipótesis que es objetivo de la investigación. Los datos se comparan con los ofrecidos por la Organización Mundial de la Salud para la población española.

**Nivel educativo:** Bachillerato.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Las ciencias tienen que usar el lenguaje matemático a la hora de estudiar los fenómenos naturales y acuden a las matemáticas para expresar datos e ideas. La vinculación del lenguaje científico y del matemático es fácil de apreciar en la vida cotidiana ya que constantemente hacemos uso de información numérica o interpretamos representaciones gráficas que visualizan las relaciones entre los valores de diferentes variables. Sin embargo, los procesos de categorización o de cuantificación o la realización de ejercicios numéricos no son un fin en sí mismo. Son unas herramientas que no sustituyen ni a los fenómenos naturales ni a la resolución de situaciones problemáticas, sino que ayudan a identificarlas, analizar sus causas y consecuencias y a sacar algunas conclusiones. Las materias de carácter científico contribuyen de forma clara al desarrollo de la competencia matemática. (PRO, 2012).

Las actividades de carácter científico estimulan la curiosidad, ayudan a relacionar conocimientos con otras materias y permiten efectuar nuevos aprendizajes. Un experimento basado en el estudio del efecto de una bebida energética sobre la presión arterial pone en juego conocimientos de Matemáticas, Química y Ciencias de la Salud. El estudio estadístico determina qué se quiere estudiar y en qué población, cómo se va a obtener la información, ordena y tabula los datos recogidos, los representa gráficamente y calcula los parámetros estadísticos que resumen la información obtenida en el experimento.

## 2. INVESTIGACIÓN SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL.

Las bebidas energéticas son bebidas refrescantes que incluyen como principales ingredientes cafeína, taurina, glucuronolactona, vitaminas B y



azúcares. El nivel de consumo de estas bebidas ha crecido enormemente en los últimos años debido a los efectos que se les atribuyen.

Desde la comercialización de la bebida Red Bull® se han sucedido artículos científicos que advierten que la ingestión de la bebida refrescante provoca un aumento de la presión arterial (Bichler, Swenson & Harris, 2006; Seifert, Schaechter, Hershorin & Lipshultz, 2011), que refuerza los efectos que se le atribuyen a la bebida.

## 2.1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.

El objetivo de la investigación es comprobar si la bebida energética produce un aumento de presión arterial, mediante un método experimental diferente al utilizado por Bichler y colaboradores. Vamos a realizar un estudio para obtener la presión arterial poblacional media a partir de muestras de hombres y de mujeres, y esos datos los compararemos con un valor significativo de la presión arterial para la población española en ambos grupos obtenidos en un estudio de la Organización Mundial de la Salud.

Nuestra investigación trata de validar o rechazar la siguiente hipótesis: "Si bebes la bebida energética entonces te aumenta la presión arterial (sistólica o máxima)", para lo cual se va a realizar un estudio de Estadística Descriptiva e Inferencial.

## 2.2. METODOLOGÍA EMPLEADA.

La medida de la presión arterial sistólica se ha realizado en alumnos voluntarios mayores de 15 años a los que se les ha informado del desarrollo del experimento y han expresado su consentimiento por escrito para participar en el estudio experimental, según establece la normativa internacional vigente en materia de experimentación con seres humanos (Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, 1964).

Para realizar la recogida de datos, el participante llegó en ayunas al instituto, reposó durante 15 minutos y se le tomó la primera medida de presión arterial. Si la presión arterial sistólica (máxima), en esas condiciones, superase los 140 mm de mercurio el participante será descartado de la experiencia. A continuación tomó la bebida (una lata de Red Bull® de 250 ml fría) que se abrió delante del participante, y transcurrida media hora y una hora desde la ingestión de la bebida se le tomó la presión arterial. Durante la experiencia el participante permaneció sentado, en silencio y sin cruzar las piernas. Las medidas de presión arterial se realizaron con un tensiómetro digital "Tensoval".

Hemos medido la presión arterial a un grupo de 5 mujeres y a otro de 5 hombres (muestras  $N_1$ ) lo que nos ha permitido obtener la media y la desviación típica de la presión arterial sistólica para ambos grupos. Los datos que superaban 1.5 veces el intervalo intercuartílico se han considerado como datos atípicos (método de Tukey).

La distribución t de Student permite la estimación de intervalos de confianza para la media aritmética en muestras de pequeño tamaño. La siguiente ecuación permite calcular el valor medio poblacional de la presión arterial con una desviación típica desconocida:

$$\mu = \bar{x} \pm t s$$
$$\sqrt{N}$$

donde  $\mu$  es el valor verdadero,  $\bar{x}$  la presión arterial media de la muestra, t



es el valor de la  $t$  de Student,  $s$  la desviación típica calculada a partir de los datos y  $N$  el tamaño de la muestra.

A partir de esta ecuación hemos calculado el número de individuos que deben formar las muestras de hombres y mujeres (muestras  $N_2$ ) que permiten determinar la media poblacional de la presión arterial con un grado de confianza y un error relativo fijado por el experimentador (Hartman, 2000):

$$\frac{\varepsilon \bar{x} = t s}{\sqrt{N}}$$

donde  $\varepsilon$  es el error relativo que fija el experimentador.

La  $t$  de Student depende del tamaño de la muestra por lo que el cálculo de  $N_2$  se obtuvo mediante un método iterativo de la ecuación:

$$N_2 = t^2 s^2 / \varepsilon^2 \bar{x}^2$$

considerando como valor inicial de  $t$  el valor para  $N=\infty$  y los valores de la media y la desviación típica de la muestra  $N_1$ .

$N_2$  da el número mínimo de individuos a los que hay que tomar la presión arterial para que los datos contengan con un grado de confianza determinado por el experimentador la media poblacional de la presión arterial.

Los datos de la media poblacional de la presión arterial obtenidos para mujeres y hombres en nuestra investigación y los de la media poblacional para ambos grupos proporcionados por la Organización Mundial de la Salud (Ono T., Guthold R. y Strong K., 2010) nos van a permitir realizar un contraste de hipótesis para validar o rechazar la hipótesis de partida.

La formulación del contraste de hipótesis contiene las siguientes etapas:

1. Formulación de la hipótesis nula y alternativa:

Hipótesis nula  $H_0$ :  $\mu \leq \mu_0$

Hipótesis alternativa  $H_1$ :  $\mu > \mu_0$

con  $\mu_0 = 115.9$  mmHg para las mujeres y  $\mu_0 = 121.6$  mmHg para los hombres, según los datos del estudio de la O.M.S., siendo  $\mu$  la media de la presión arterial de la muestra  $N_2$  una hora después de haber ingerido la bebida energética.

2. Establecer el tamaño de la muestra y fijar el nivel de significación ( $\alpha = 0.05$ ).

3. Elegir el estadístico de contraste y su distribución.

4. Formular la regla de decisión: Siendo  $X$  el estadístico de contraste, si  $X \leq t$  (para los grados de libertad correspondientes al tamaño de la muestra para una distribución de  $t$  de Student unidireccional de cola derecha) se acepta la hipótesis nula, y si  $X > t$  se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

5. Cálculo del estadístico de contraste para la muestra estudiada.

$$X = \frac{\mu - \mu_0}{\sigma / \sqrt{N}}$$

6. Aplicar la regla de decisión: aceptación o rechazo de la hipótesis nula, e interpretación de resultados.

### 2.3. RESULTADOS OBTENIDOS.

La medida de la presión arterial inicial en condiciones basales para una muestra de 5 mujeres (muestra  $N_1$ ) obtuvo un valor medio de presión arterial 107 mmHg y desviación típica de 8 mmHg. A partir de estos datos se realizó el método iterativo de la ecuación  $N_2 = t^2 s^2 / \varepsilon^2 \bar{x}^2$  descrito en la Tabla 1 para obtener el tamaño mínimo de la muestra  $N_2$ :

t	s	$\varepsilon$	$\bar{x}$	N	$N_{aprox}$
1.96	8	0.05	107	8.58982968	9
2.306	8	0.05	107	11.8902508	12
2.201	8	0.05	107	10.8320959	11
2.2281	8	0.05	107	11.1004802	11
2.2281	8	0.05	107	11.1004802	11

Tabla 1. Iteración para el cálculo de  $N_2$ .

El número mínimo de datos para obtener una media de la presión arterial fiable es 11. En la práctica se tomaron medidas de una nueva muestra de tamaño algo mayor ( $N=13$ ) obteniendo los resultados descritos en la Figura 1:

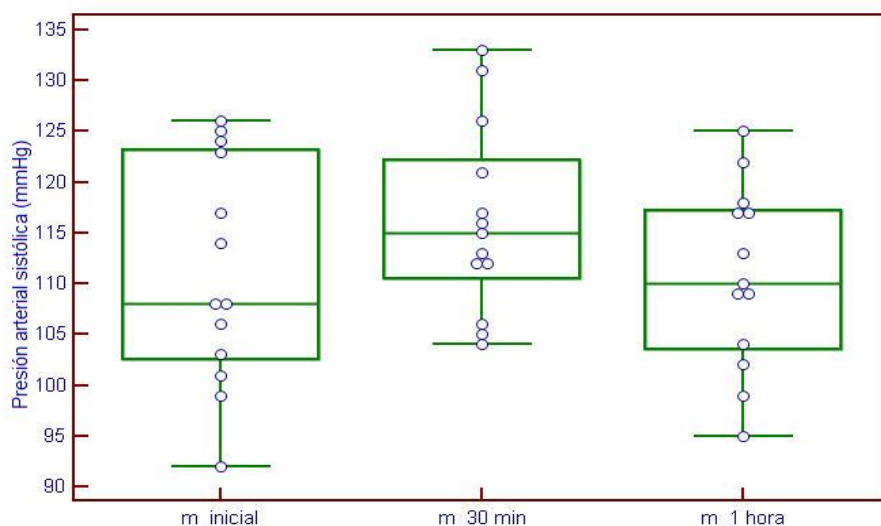


Figura 1. Gráficas de cajas y bigotes de la variación de la presión arterial con la ingestión de la bebida energética (mujeres  $N=13$ ).

Los parámetros estadísticos de esta muestra se recogen en la Tabla 2, con los datos de media aritmética, desviación típica y mediana de los datos recogidos al inicio, y a los 30 minutos y a la hora de haber consumido la bebida energética:

Muestra	N	$\bar{x}$	s	Med
(individuos)	(mmHg)	(mmHg)	(mmHg)	(mmHg)
inicial	13	110	$1.0 \cdot 10^1$	108
30 min	13	120	$1.0 \cdot 10^1$	115
1 hora	13	110	$1.0 \cdot 10^1$	110

Tabla 2. Parámetros estadísticos de la muestra  $N_2$  (13 mujeres).

Los resultados obtenidos añadiendo a la muestra  $N_2$  los datos obtenidos en la muestra  $N_1$  se representan en la Figura 2:

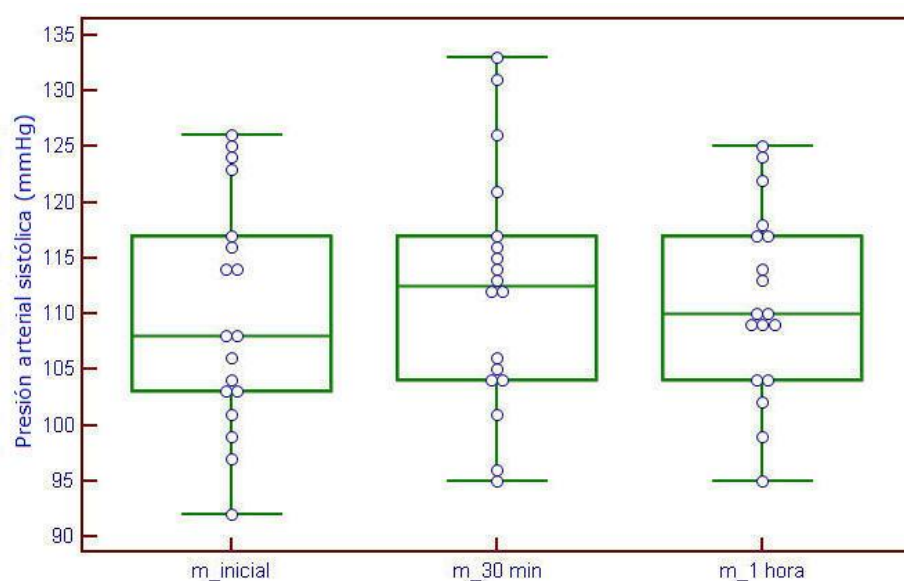


Figura 2. Gráficas de cajas y bigotes de la variación de la presión arterial con la ingestión de la bebida energética de la muestra ampliada (mujeres  $N=18$ ).

Los parámetros estadísticos de esta muestra ampliada (los datos de la muestra  $N_1 + N_2$ ) se recogen en la Tabla 3:

Muestra	N	$\bar{x}$	s	Med
(individuos)	(mmHg)	(mmHg)	(mmHg)	(mmHg)
inicial	18	110	$1.0 \cdot 10^1$	108
30 min	18	110	$1.0 \cdot 10^1$	113
1 hora	18	110	$1.0 \cdot 10^1$	110

Tabla 3: Parámetros estadísticos de la muestra ampliada (18 mujeres).

El cálculo del estadístico de contraste se realiza con el valor de la media transcurrida una hora de la ingestión de la bebida (110 mmHg) y un valor significativo proporcionado por la Organización Mundial de la Salud. Este valor para la población femenina mayor de 15 años es 115.9 mmHg.

### 3. CONCLUSIONES.

El gráfico de cajas y bigotes de la muestra de 13 individuos en la muestra inicial indica que el rango intercuartílico es de 22 mmHg, mientras que el rango intercuartílico, después de una hora de la ingestión, ha bajado a 15 mmHg (Figura 1).

La comparación entre las medias aritméticas de la presión arterial y medianas al inicio y después de 1 hora, indica que después de 1 hora de la ingestión no se ha producido variación de la presión arterial mientras que la mediana ha aumentado 2 mmHg (Tabla 2).

La muestra ampliada a 18 individuos muestra un rango intercuartílico de 14 mmHg en las medidas iniciales, y en las medidas tomadas después de una hora el rango intercuartílico es de 13 mmHg (Figura 2).

En la muestra ampliada a 18 individuos la media ha permanecido invariable después de transcurrida una hora del consumo mientras que la mediana ha aumentado 2 mmHg (Tabla 3).

La bondad del ajuste de los datos a una distribución normal se comprobó realizando el test de D'Agostino-Pearson para las dos muestras de 13 y 18 mujeres, utilizando el programa MedCalc® para Windows versión 12.2.1.

El estadístico de contraste obtenido para la muestras de 13 individuos tiene un valor de -2.127 y, mediante un contraste unidireccional, se comparó con el valor de la t de Student cuyo valor es 1.78. El p-valor o nivel de significación empírico del contraste de hipótesis es 0.9726 para el test. La hipótesis nula no puede rechazarse para el 95% de confianza, puesto que solo se podría rechazar si el p-valor fuese menor o igual que el nivel de significación fijado por el experimentador.

En la Figura 3 se ha representado la región de aceptación y la de rechazo en la gráfica de distribución para la muestra de 18 individuos:

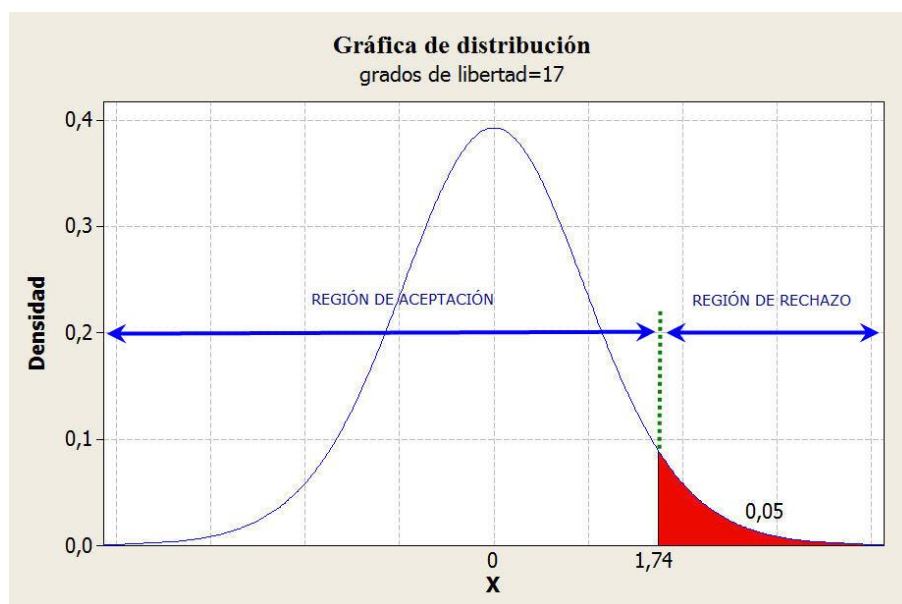


Figura 3. Distribución t de Student para una muestra de 18 individuos.





El estadístico de contraste para la muestra de 18 individuos es -2.503. El p-valor que corresponde al estadístico -2.503 es 0.9886. La hipótesis nula no puede rechazarse para el 95% de nivel de confianza, por lo que la ingestión de la bebida energética no afecta a la presión arterial.

## REFERENCIAS.

BICHLER, A., SWENSON, A., & HARRIS, M. (2006). *A combination of caffeine and taurine has no effect on short term memory but induces changes in heart rate and mean arterial blood pressure*. Amino Acids, Volume 31, Number 4, 471-476. Recuperado el 15 de Octubre de 2011, de Amino Acids: <http://www.springerlink.com/content/h71888704m815284/>

DECLARACIÓN DE HELSINKI DE LA ASOCIACIÓN MÉDICA MUNDIAL (1964). *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*.  
[http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/17c\\_es.pdf](http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/17c_es.pdf)

HARTMAN, J. A. (2000). *An In-Class Experiment to Illustrate the Importance of Sampling Techniques and Statistical Analysis of Data to Quantitative Analysis Students*. Journal of Chemical Education , Vol. 77 No. 8 1017-1018.

ONO T., GUTHOLD R. & STRONG K. (2010). World Health Organization, <https://apps.who.int/infobase/indicators.aspx>

PRO, A. (2012). *¿Desarrollar competencias matemáticas en las clases de ciencias?* Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, núm. 70, pp. 54-65.

SEIFERT, S. M., SCHAECHTER, J. L., HERSHORIN, E. R., & LIPSHULTZ, S. E. (2011). *Health effects of energy drinks on children, adolescents and young adults*. Pediatrics, Vol. 127 No 3 pp. 511-528. Recuperado el 17 de Octubre de 2011, de <http://pediatrics.aappublications.org/content/127/3/511.full.htm>